



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 197 04 300 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
B 21 C 37/02

21 Aktenzeichen: 197 04 300.3
22 Anmeldetag: 6. 2. 97
43 Offenlegungstag: 20. 8. 98

(5)

DE 197 04 300 A 1

71 Anmelder:
Benteler AG, 33104 Paderborn, DE
74 Vertreter:
Bockermann & Ksoll, Patentanwälte, 44791
Bochum

72 Erfinder:
Streubel, Wolfgang, Dipl.-Ing., 32756 Detmold, DE;
Klasauseweh, Udo, Dr.-Ing., 33334 Gütersloh, DE;
Smatloch, Christian, Dr.-Ing., 33100 Paderborn, DE;
Hinder, Axel, Dipl.-Ing., 33178 Borcheln, DE

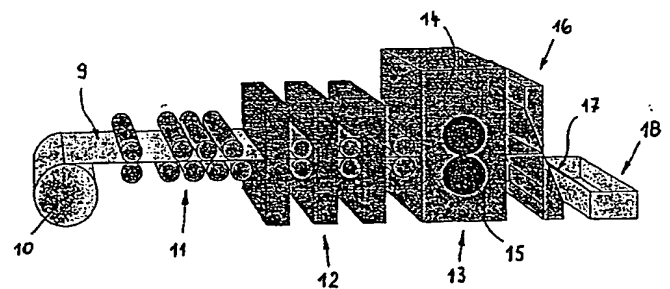
56 Entgegenhaltungen:
DE-PS 1 04 875
DE 42 31 213 A1
Jahnke, M.; Retzke, R., Weber, W.: Umformen
und Schneiden, 5. Aufl., VEB Verlag Technik,
Berlin, 1971, S. 72-74;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Herstellung von Platinen mit unterschiedlichen Dicken

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von metallischen Platinen (17) mit unterschiedlichen Dicken durch Verformung eines annähernd gleichmäßig dicken Ausgangsmaterials (9), wobei dieses zunächst in einer Induktionserwärmungsanlage (12) auf eine Temperatur oberhalb der Rekristallisationstemperatur erwärmt wird und anschließend eine partiell walzende Verformung des Ausgangsmaterials (9) mit in Walzrichtung bereichsweise wechselnden Dicken erfolgt. Durch den Warmwalzprozeß kommt es zu einer dynamischen Rekristallisation des Werkstoffgefüges. Damit können in einer Fertigungslinie partiell gewalzte Platinen (17) hergestellt werden mit mechanischen Eigenschaften, wie sie etwa vor der Verformung vorlagen.



DE 197 04 300 A 1

*1. Schnittwaagen ohne Aufhaken.
Mehrstufiges Walzen als Problem wird diskutiert.
"Um der besten Herstellungsweise. Es wäre nicht problematisch,
denn man es in der Regel machen würde - es würde nicht darauf ankommen
bei Walzen bleiben, um welche es hier geht, gibt es keine Genauigkeits-
anforderungen, welche ein schrittweise walztesches Walzen
ausregen würden*

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von metallischen Platinen mit unterschiedlichen Dicken durch Verformung eines annähernd gleichmäßig dicken Ausgangsmaterials.

Aus Blechen hergestellte Bauteile oder Formkörper sind je nach Anwendungsfall in verschiedenen Bereichen unterschiedlich starken Belastungen unterworfen. Eine bereichsweise Wanddickenreduktion wird daher insbesondere bei solchen Bauteilen vorgenommen, die unter äußerer Belastung stehen und die auftretenden Spannungen aufgrund der Bauteilkonstruktion verteilt über das Bauteil in unterschiedlicher Höhe vorliegen.

Dies ist beispielsweise bei Karosserieteilen oder Fahrwerkskomponenten von Kraftfahrzeugen so. Werden die Bauteile nach der Maximalbelastung dimensioniert, führt das nicht nur zu einem höheren Materialeinsatz, sondern vor allem auch zu einem unnötigen Gewicht. Diese Nachteile können dadurch vermieden werden, daß die Bauteile entsprechend ihrer späteren Belastung in den einzelnen Bereichen unterschiedlich dimensioniert werden.

Platinen zur Herstellung von Bauteilen dieser Art werden in der Regel aus Metallblechen als Ausgangsmaterial gefertigt. Diese werden vor der Weiterverarbeitung mit unterschiedlichen Dicken versehen, wobei die Dickenreduktion gezielt auf die späteren betrieblichen Belastungen eines Bauteils abgestimmt wird. Auf diese Weise ist die Herstellung von qualitativ hochwertigen Bauteilen in Leichtbauweise möglich.

Zur Herstellung von Platinen mit unterschiedlichen Dicken sind mehrere Fertigungstechnologien bekannt.

Im Rahmen der EP 0 279 866 B1 wird vorgeschlagen, Konstruktionselemente entweder aus schon verformten einzelnen Blechteilen unterschiedlicher Dicke zusammenzuschweißen oder unterschiedlich dicke Blechteile zunächst zusammenzuschweißen und dann insgesamt zu einem Tragkörper zu verformen. Die Schweißarbeiten werden mittels Laser- oder Plasmaschweißverfahren verrichtet.

Neben dem hohen verfahrenstechnologischen und kostenmäßigen Aufwand wirkt sich bei solchen Konstruktionselementen der diskontinuierliche Übergang an der Nahtstelle nachteilig aus. Die Schweißnaht ist eine potentielle Schwachstelle, an der es zu unerwünschten Spannungsspitzen kommen kann. Desweiteren können in den Bereichen neben den Schweißnähten Gefügeveränderungen auftreten, was zu einer Rißanfälligkeit führt.

Weiterhin gehört es beispielsweise durch die DE-PS 1 04 875 zum Stand der Technik eine bereichsweise Wanddickenreduktion von Metallblechen walztechnisch durchzuführen. Hierbei wird eine walzende Verformung des Blechs mit in Längsrichtung unterschiedlichen Blechdicken vorgenommen.

Auch in der DE 33 43 709 A1 ist eine solche Vorgehensweise beschrieben.

Bei diesen Verfahren wird das Metallblech partiell kalt ausgewalzt. Die hierbei erzielbare Dickenreduktion des Metallblechs ist begrenzt. Besonders nachteilig macht sich die Verfestigung und die damit verbundene Abnahme der Verformungsfähigkeit des Werkstoffs durch den Walzvorgang bemerkbar. Die verbleibende Restdehnung ist dann häufig für eine weitere Bearbeitung der Platinen, bei der zusätzliche Dehnungen auftreten, unzureichend.

Um das durch die Kaltverformung verzerrte Gefüge wieder in einen unverzerrten Gefügezustand zurückzuführen, müssen die Platinen vor der Weiterverarbeitung einer Wärmebehandlung unterzogen werden, beispielsweise einem Rekristallisationsglühen. Hierfür sind Temperaturen im Be-

reich von 700°C erforderlich.

Auf diese Weise werden die mechanischen Eigenschaften der Platinen verbessert. Dennoch bleibt die Dickenreduktion verfahrenstechnisch begrenzt, da ein mehrstufiges bzw. mehrfaches Walzen problematisch ist, insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Reproduzierbarkeit bei einer Massenfertigung.

Ferner ist eine nachträgliche Wärmebehandlung mit erheblichem Zeitaufwand und erhöhten Kosten verbunden, insbesondere wegen des zusätzlichen Transport- und logistischen Aufwands.

Das Ausmaß der Dickenreduktion des Ausgangsmaterials wird daher begrenzt durch die Zunahme der Verfestigung und die Abnahme der Verformungsfähigkeit des Werkstoffs. Damit stößt die kaltwalztechnische Dickenreduktion an ihre verfahrenstechnischen Grenzen. Bauteilkonstruktiv mögliche Dickenreduktionen können nicht vollkommen ausgenutzt werden.

Der Erfindung liegt daher ausgehend vom Stand der Technik die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, welches die Herstellung von partiell dickenreduzierten Platinen mit ausreichender Verformungsfähigkeit vereinfacht, höhere Abstrekraten des Ausgangsmaterials ermöglicht und damit eine weitere Ausnutzung möglicher Dickenreduktionen erlaubt.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1.

Kernpunkt der Erfindung bildet die Maßnahme, das Ausgangsmaterial zunächst zu erwärmen und anschließend eine gezielte partielle walzende Verformung des erwärmten Ausgangsmaterials mit in Walzrichtung bereichsweise wechselnden Dicken vorzunehmen.

Durch den Warmwalzprozeß kommt es zur dynamischen Rekristallisation des Werkstoffgefüges. Es können größere und präzisere Dickenreduktionen am Ausgangsmaterial als bisher durchgeführt werden. Auf diese Weise sind hohe Abstrekraten möglich, wobei die mechanischen Eigenschaften der aus dem Ausgangsmaterial hergestellten Platinen auch nach dem Walzvorgang in etwa den mechanischen Eigenschaften vor dem Walzen entsprechen.

Die aus dem Ausgangsmaterial hergestellten Platinen weisen eine ausreichende Duktilität bzw. Verformungsfähigkeit auf, so daß eine problemlose Weiterverarbeitung durch Umformvorgänge möglich ist, beispielsweise durch Tiefziehen.

Nach den Merkmalen des Anspruchs 2 wird die Erwärmung bis oberhalb der Rekristallisationstemperatur des Ausgangsmaterials vorgenommen. In der Praxis läßt sich eine Induktionserwärmungsanlage besonders vorteilhaft in eine Fertigungslinie integrieren (Anspruch 3).

Die induktive Aufheizung wird als parallel laufender Vergütungsvorgang zum Walzvorgang genutzt. Die Sauberkeit des Aufheizvorgangs und der geringe Platzbedarf gestatten eine Aufstellung der Induktionserwärmungsanlage direkt in der Fertigungslinie, wodurch kostspielige Werkstücktransporte entfallen.

Durch richtige Wahl der Frequenz, der elektrischen Leistung und der Einwirkzeit läßt sich die Erwärmung gezielt steuern. Dabei sind durch hohe Leistungsdichten kürzeste Erwärmungszeiten möglich. Das induktive Verfahren bietet insbesondere die Möglichkeit, die Erwärmung gezielt auf die erforderlichen Temperaturen und den nachfolgenden Walzprozeß abzustimmen.

Das Ausgangsmaterial wird zweckmäßigerweise in Bandform auf einem Coil aufgewickelt bereitgestellt. Vom Coil wird das Ausgangsmaterial abgewickelt und zunächst gerichtet (Anspruch 4).

Anschließend durchläuft das Band eine Induktionserwär-

mungsanlage, in der die Rekristallisationstemperatur leicht überschritten wird. Hieran schließt sich der gegebenenfalls mehrstufige Walzvorgang an mit einem Partiellen Auswalzen des Ausgangsprofils.

Wie bereits erwähnt, kommt es bei dem erfindungsgemäßen Warmwalzprozeß zu einer dynamischen Rekristallisation des Werkstoffgefüges. Hierunter versteht man Vorgänge, die zur Entstehung und Verschiebung von Großwinkelkorngrenzen führen. Diese Gefügeveränderung hat eine Kornverfeinerung und den Abbau der Versetzungsdichte zur Folge. Hierdurch wird dem Werkstoff wieder eine ausreichende Duktilität gegeben.

Nach dem Walzvorgang wird das Ausgangsmaterial in bedarfsgerechte Platinen geteilt. Hierzu kommen zweckmäßigerweise fliegende Scheren zum Einsatz.

Grundsätzlich ist es auch möglich, das Ausgangsprofil bereits vor dem Einlauf in das Walzgerüst zu teilen, wie dies Anspruch 5 vorsieht.

Eine andere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in den Merkmalen des Anspruchs 6 charakterisiert. Hierbei wird dem zu walzenden Ausgangsmaterial durch einen den Erwärmungsprozeß vorgelagerten Stanzprozeß eine definierte Form gegeben.

Um die auf die Walzen beim Umformprozeß übertragene Wärme möglichst gering zu halten, ist nach den Merkmalen des Anspruchs 7 vorgesehen, daß die Geschwindigkeit eines vom Ausgangsmaterial vor dem Walzen abgetrennten Blechstreifens während des Walzvorgangs höher bemessen wird als die Abwickelgeschwindigkeit des vom Coil abgezogenen Ausgangsmaterials. Hierdurch können gegebenenfalls notwendige Walzenkühlungen entfallen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist aufgrund des Absenkens der kritischen Fließspannung gegenüber einer Kaltumformung ein geringerer Kraft- und Arbeitsbedarf notwendig. Desweiteren nimmt die Bruchdehnung des Werkstoffs zu, und zwar bei einem vergleichsweise geringem Verlust an Festigkeit nach dem Walzen. Es sind größere Abstrekraten als bisher möglich, wobei die dynamische Rekristallisation die Verformungsfähigkeit des Werkstoffs erhöht. Die hergestellten Platinen verfügen über ein größeres Umformvermögen als bisher.

Schließlich kann auf ein kostenintensives und zeitaufwendiges nachträgliches Glühen verzichtet werden.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine partiell gewalzte Platine;

Fig. 2 in technisch generalisierter Darstellungsweise eine erste Fertigungslinie des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 3 die schematische Darstellung eines Warmwalzvorgangs mit dynamischer Rekristallisation und

Fig. 4 und 5 verfahrenstechnische Abwandlungen der Fertigungslinie gemäß **Fig. 2**.

In der **Fig. 1** ist eine Platine 1 aus Blech dargestellt, bei der durch eine gezielte walzende Verformung Bereiche 2-5 abgestreckt worden sind mit in Walzrichtung WR wechselnden Platinendicken S_2-S_5 .

In den Übergangsbereichen 6, 7 und 8 gehen die Bereiche 2-5 nahezu stufenlos ineinander über.

Hinsichtlich ihrer Mittelquerebene MQ ist die Platine 1 symmetrisch ausgebildet.

Die Platine 1 weist in den Bereichen 2-5 präzise solche Dicken S_2-S_5 auf, die abgestimmt sind auf die jeweiligen Belastungen und Spannungsspitzen, denen ein aus der Platine 1 gefertigtes Karosserie- oder Fahrwerksbauteil unterliegt.

Um die für die Herstellung von Karosserie- oder Fahrwerksbauteilen notwendigen Umformvorgänge durchführen

zu können, ist eine ausreichende Verformungsfähigkeit der Platine 1 wichtig.

Die Herstellung der Platine 1 erfolgt in einer Fertigungslinie, wie sie in der **Fig. 2** schematisch dargestellt ist.

Das in Bandform bereitgestellte Ausgangsmaterial 9 wird von einem Coil 10 abgezogen und in einem Richtapparat 11 gerichtet.

Anschließend durchläuft das Ausgangsmaterial 9 eine Induktionserwärmungsanlage 12, in der das Ausgangsmaterial 9 auf eine Temperatur erwärmt wird, welche geringfügig oberhalb der Rekristallisationstemperatur des Ausgangsmaterials 9 liegt.

Im folgenden Walzgerüst 13 wird dem Ausgangsmaterial 9 durch die Walzen 14, 15 die gewünschte Dicke gegeben. Hierbei wird das Ausgangsmaterial 9 partiell ausgewalzt und bereichsweise in seiner Dicke reduziert.

Nach dem Walzvorgang wird das Ausgangsmaterial 9 durch eine fliegende Schere 16 in Platinen 17 mit den benötigten Abmessungen geteilt und die Platinen 17 in eine Stapleinheit 18 überführt.

Die Induktionserwärmungsanlage 12 ist direkt in der Fertigungslinie aufgestellt, wodurch kostspielige Werkstücktransporte entfallen.

Durch den Warmwalzprozeß kommt es innerhalb der Fertigungslinie zu einer dynamischen Rekristallisation des Werkstoffgefüges, wie dies anhand der **Fig. 3** verdeutlicht ist.

Das auf eine Temperatur oberhalb der Rekristallisationstemperatur erwärmte Ausgangsmaterial 19 erfährt durch die Walzen 20, 21 eine partielle Dickenreduktion.

Nach dem Walzvorgang kommt es in einer Zone 22 zur Rekristallisation. Dieser Vorgang führt zur Entstehung und Verschiebung von Großwinkelkorngrenzen, welche eine Neu- bzw. Umbildung des Werkstoffgefüges bewirken. Dies hat eine Kornverfeinerung und den Abbau der Versetzungsdichte zur Folge, wodurch die Duktilität des Werkstoffs erhöht und mechanische Eigenschaften erreicht werden, wie sie etwa vor der Verformung vorlagen.

Aus der **Fig. 4** geht eine Fertigungslinie hervor, bei der das Ausgangsmaterial 23 als Blechband wiederum von einem Coil 24 abgewickelt, im Richtapparat 25 ausgerichtet und in einer Induktionserwärmungsanlage 26 erwärmt wird. Falls erforderlich, kann die Erwärmung unter Schutzgasatmosphäre erfolgen.

Durch eine der Induktionserwärmungsanlage 26 nachgeschaltete Schere 27 wird das Ausgangsmaterial 23 zunächst in Blechstreifen 28 auf die benötigten Längen geteilt. Die abgetrennten Blechstreifen 28 werden anschließend im Walzgerüst 29 partiell zu Platten mit bereichsweise wechselnden Dicken ausgewalzt.

Um die auf die Walzen 31, 32 übertragene Wärme gering zu halten, kann die Walzengeschwindigkeit höher gewählt werden als die Geschwindigkeit, mit der das Ausgangsmaterial 23 vom Coil 24 abgezogen wird. Ein Blechstreifen 28 wird dann im Walzgerüst 29 entsprechend beschleunigt.

Schließlich ist in der **Fig. 5** eine weitere Fertigungslinie dargestellt, deren grundsätzlicher Aufbau der zuvor beschriebenen Anlage entspricht. Aus diesen Gründen tragen einander entsprechende Bauteile die gleichen Bezugszeichen.

Hier wird das Ausgangsmaterial 23 vor der Erwärmung in der Induktionserwärmungsanlage 26 durch einen stanztechnischen Formschnitt zugeschnitten. Dazu ist der Induktionserwärmungsanlage 26 eine Stanze 33 vorgelagert, so daß zugeschnittene Platinen 34 den Erwärmungs- und Warmwalzprozeß durchlaufen.

Bezugszeichenliste

1 Platine	
2 Bereich v. 1	
3 Bereich v. 1	
4 Bereich v. 1	5
5 Bereich v. 1	
6 Übergangsbereich	
7 Übergangsbereich	
8 Übergangsbereich	10
9 Ausgangsmaterial	
10 Coil	
11 Richtapparat	
12 Induktionserwärmungsanlage	
13 Walzgerüst	15
14 Walze	
15 Walze	
16 Schere	
17 Platinen	
18 Stapeleinheit	20
19 Ausgangsmaterial	
20 Walze	
21 Walze	
22 Rekristallisationszone	
23 Ausgangsmaterial	25
24 Coil	
25 Richtapparat	
26 Induktionserwärmungsanlage	
27 Schere	
28 Blechstreifen	30
29 Walzgerüst	
30 Platine	
31 Walze	
32 Walze	
33 Stanze	35
34 Platine	
S ₂ Dicke v. 2	
S ₃ Dicke v. 3	
S ₄ Dicke v. 4	
S ₅ Dicke v. 5	40
WR Walzrichtung	
MQ Mittelquerebene	

23) vor oder nach dem Walzvorgang bedarfsgerecht geteilt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangsmaterial (23) vor der Erwärmung durch einen stanztchnischen Formschnitt zugeschnitten wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeit eines vom Ausgangsmaterial (23) abgetrennten Blechstreifens (28) während des Walzvorgangs höher bemessen wird als die Geschwindigkeit des vom Coil (24) abgezogenen Ausgangsmaterials (23).

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von metallischen Platinen (1, 17, 30, 34) mit unterschiedlichen Dicken (S₂-S₅) durch Verformung eines annähernd gleichmäßig dicken Ausgangsmaterials (9, 19, 23), **dadurch gekennzeichnet**, daß das Ausgangsmaterial (9, 19, 23) zunächst in einem Durchlaufprozeß erwärmt und anschließend eine partielle walzende Verformung des Ausgangsmaterials (9, 19, 23) mit in Walzrichtung (WR) bereichsweise wechselnden Dicken (S₂-S₅) erfolgt. 45
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangsmaterial (9, 19, 23) auf eine Temperatur oberhalb der Rekristallisationstemperatur erwärmt wird. 50
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Erwärmung induktiv durchgeführt wird. 55
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangsmaterial (9, 23) von einem Coil (10, 24) abgezogen und vor der Erwärmung gerichtet wird. 60
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangsmaterial (9, 65

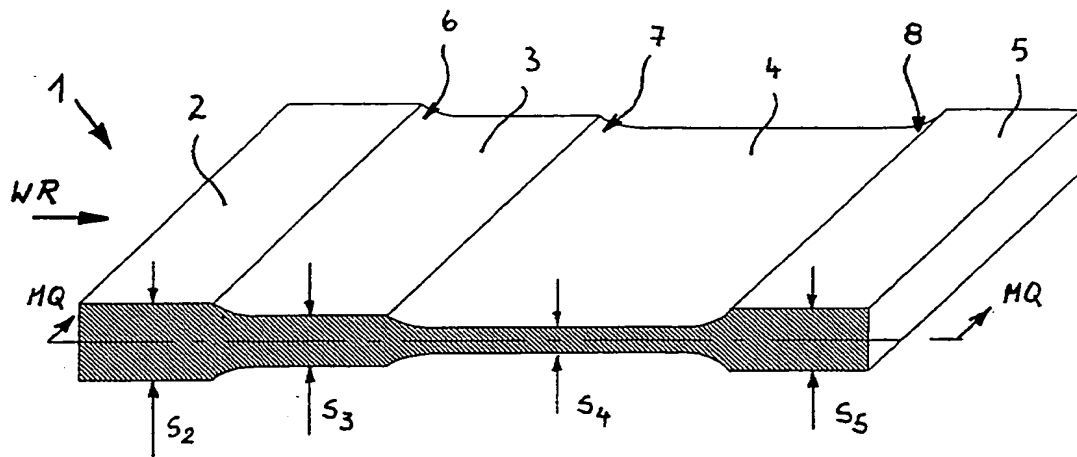


Fig. 1

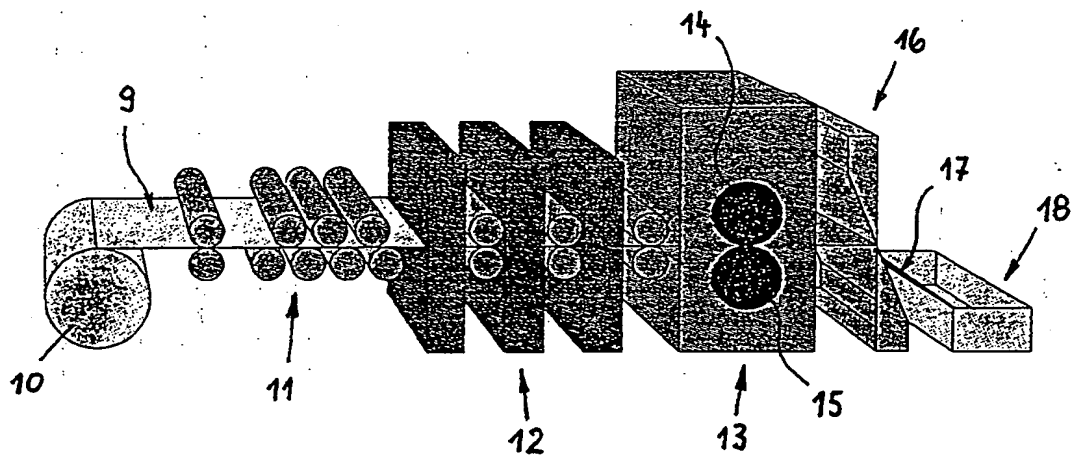


Fig. 2

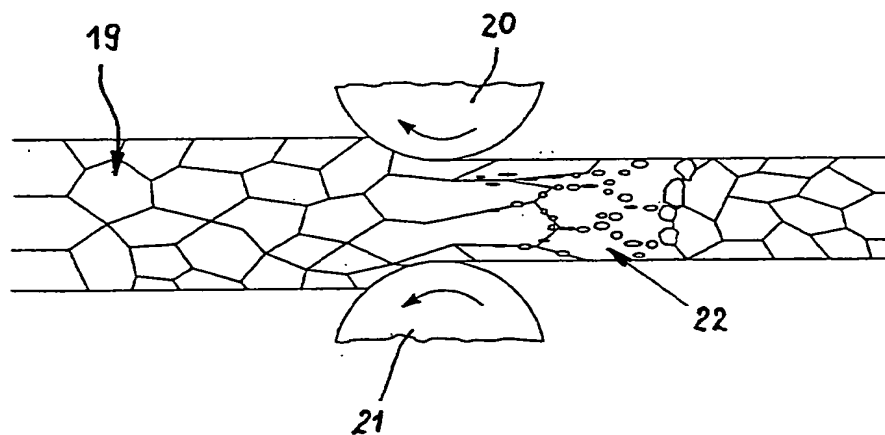


Fig. 3

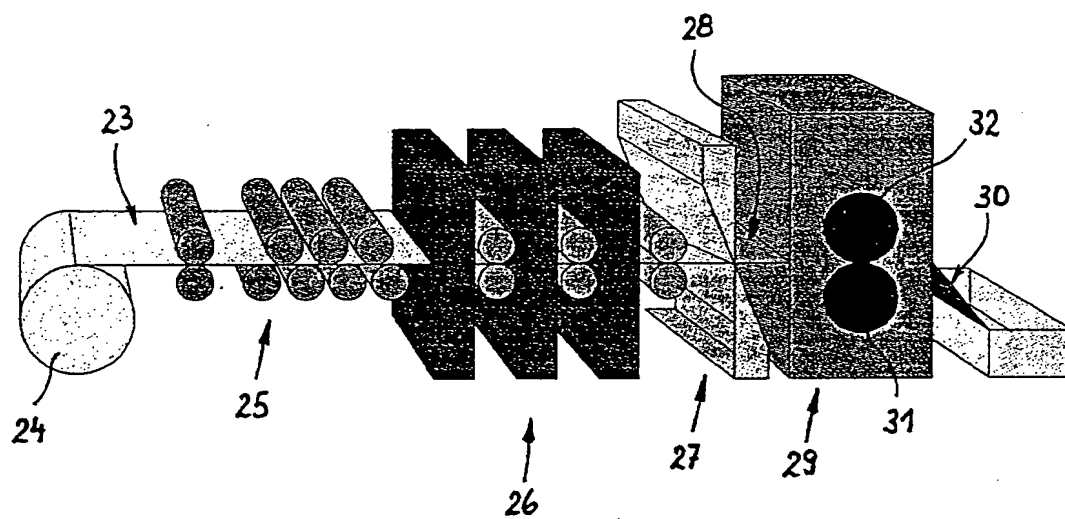


Fig. 4

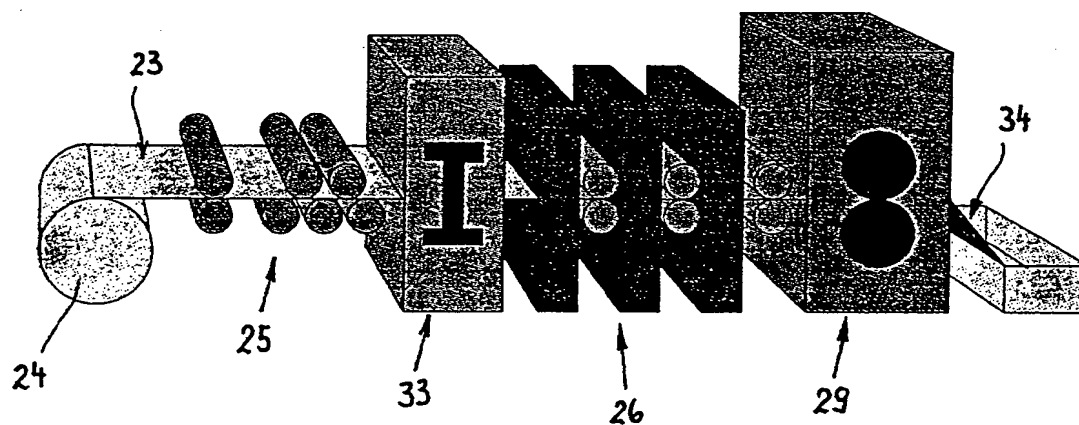


Fig. 5